

**А. В. ГАЙДАМАКА**, канд. техн. наук, проф.; НТУ«ХП»;  
**В. Ю. АЛЕФИРЕНКО**, асп., НТУ«ХП»;  
**М. В. ПАВЛЮЧЕНКОВ**, асп., УкрДАЗТ, Харків, Україна

## **ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ МАСЛОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ КАНАВКИ В ГНЕЗДАХ СЕПАРАТОРА СО СТОРОНЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ КОЛЕЦ НА НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЕГО КОНСТРУКЦИИ**

В статье выбраны размеры маслоудерживающей канавки в гнездах полимерного сепаратора со стороны опорных поверхностей колец. Показано, что геометрическая форма профиля маслоудерживающих канавок существенно не влияет на напряженно – деформированное состояние сепаратора.

In the article the sizes of oilaccumulation ditch are chosen in the nests of polymeric separator from the side of supporting surfaces of rings. It is shown that the geometrical form of type of oilaccumulation ditches substantially does not influence on tensely is the deformed state of separator.

**Вступление.** Эффективным способом повышения износостойкости деталей машин, является образование на их поверхностях трения маслоудерживающего профиля [1]. Для полимерных сепараторов подшипников качения маслоудерживающий профиль на поверхностях трения колец технологически проще изготовить в виде канавок различного сечения, параллельных их образующим. При этом остается нерешенным вопрос о степени влияния геометрии маслоудерживающей канавки и ее расположения на напряженно-деформированное состояние конструкции сепаратора.

**Анализ публикаций.** Исследование напряженно-деформированного состояния сепаратора крупногабаритных роликовых подшипников проводилось методом фотоупругости [2] и методом конечных элементов [3–5]. Однако влияние геометрии маслоудерживающих канавок на кольцах и перемычках сепаратора не изучалось.

**Целью исследования** является изучение влияния профиля маслоудерживающей канавки в гнездах сепаратора со стороны поверхности трения колец, а также ее расположения относительно углов гнезд сепаратора на напряженное и деформированное состояние конструкции.

**Основной материал.** Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) сепаратора с маслоудерживающими канавками производилось на примере полиамидных сепараторов серийных роликподшипников 30–42726Е2М и 30–232726Е2М буксовых узлов колесных пар вагонов.

Схема расположения в гнезде сепаратора со стороны поверхности трения кольца маслоудерживающей канавки и варианты ее геометрии показана на рис. 1.

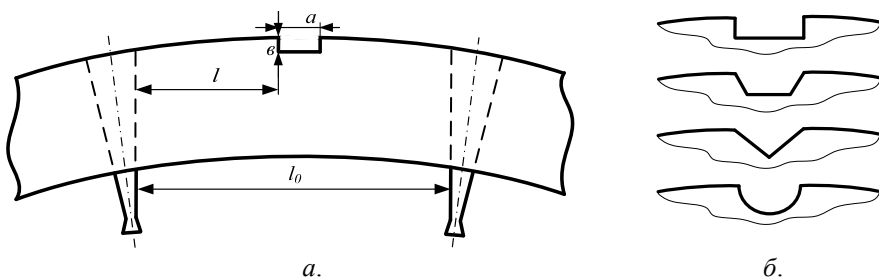


Рис. 1. Фрагмент полимерного сепаратора с маслоудерживающей канавкой:  
 а. – схема конструкции; б. – варианты геометрии канавки

Любой профиль маслоудерживающей канавки (рис.1,б) характеризуется двумя параметрами – ширина  $a$  и высота  $b$ . Согласно [1], для достижения эффекта улучшения смазки поверхности трения деталей машин величины этих параметров не превышают нескольких десятков микрон. Подобные величины размеров указанных профилей (рис.1,б) в литьевой форме для изготовления полимерных сепараторов, например роликоподшипников типа 2726 [2], получить невозможно из-за трудностей изготовления соответствующей формирующей поверхности. Технологически возможно на цилиндрической формирующей поверхности закрепить вставки соответствующего профиля. Рекомендуется выбирать минимально допустимые размеры профиля вставок в пределах:  $a = 2 \dots 3 \text{ мм}$ ;  $b = 0,2 \dots 0,4 \text{ мм}$  по условию возможности их изготовления и надежной фиксации в литьевой форме.

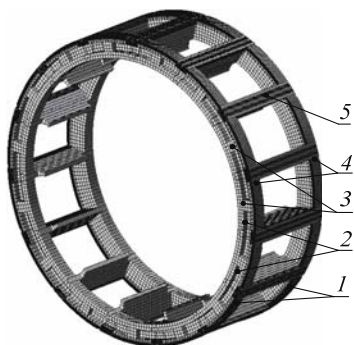


Рис. 2. Модель МКЭ полимерного сепаратора с маслоудерживающими канавками

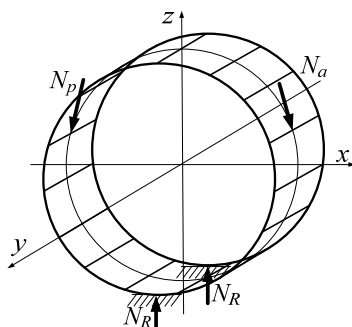


Рис. 3. Схема нагружения полимерного сепаратора ( $N_p = N_a = 120 \text{ Н}$ )

Таким образом, в работе исследуется влияние геометрической формы профиля маслоудерживающей канавки и ее месторасположение на опорной поверхности кольца относительно угла гнезда сепаратора на напряженное и деформированное состояние сепаратора в условии отсутствия теоретических

(аналитических) исследований этого вопроса. С учетом изложенного наиболее приемлемым является численный метод исследования НДС на основе конечных элементов (МКЭ) с использованием отечественного программного комплекса “Ли́ра” [6–8].

Объемная модель сепаратора с использованием шестиузловых и восьмиузловых конечных элементов, содержащих 123022 элементов и 131025 узлов представлена на рис. 2. Схема нагружения усовершенствованной конструкции полимерного сепаратора показана на рис.3.

В модели учтены основные элементы конструкции: кольца (1) с полостями (2) и ребрами (3) с внешней торцевой стороны, маслоудерживающие канавки (4) на поверхности трения с базирующим кольцом, перемычки (5).

На рис. 4. в качестве примера дано распределение интенсивности напряжений  $\sigma_{\text{экв}}$  (МПа) в окрестности маслоудерживающей канавки прямоугольного профиля гнезда сепаратора для наиболее неблагоприятного ее расположения.

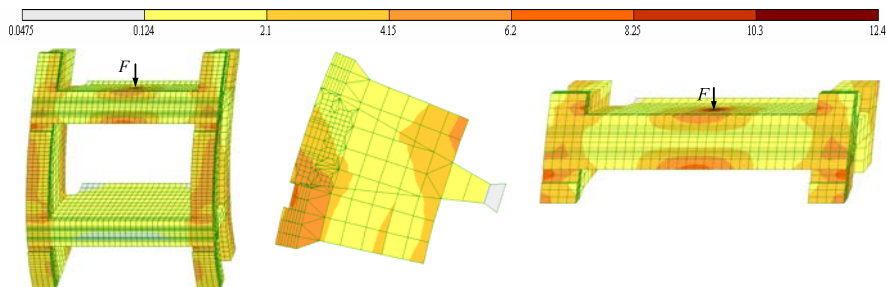


Рис. 4. Распределение интенсивности напряжений  $\sigma_{\text{экв}}$  (МПа) в окрестности маслоудерживающей канавки прямоугольной формы гнезда сепаратора со стороны поверхности трения колец

Результаты исследования напряжений в окрестности маслоудерживающей канавки в гнездах сепаратора со стороны поверхностей трения колец представлены на рис.5.

Таким образом, установлено, что характер изменения напряжений  $\sigma_{\text{экв}}$  для разных профилей маслоудерживающих канавок одинаков. В угловой зоне гнезда сепаратора, например с канавкой прямоугольного профиля,  $\sigma_{\text{экв}} = 5,9$  МПа, а по середине гнезда уменьшение напряжения –  $\sigma_{\text{экв}}$  составило 15%. Влияние канавки практически не ощутимо, начиная с величины  $l = 3$  мм (рис.5). Поэтому наиболее благоприятным месторасположением маслоудерживающей канавки можно считать  $l \geq 3$  мм.

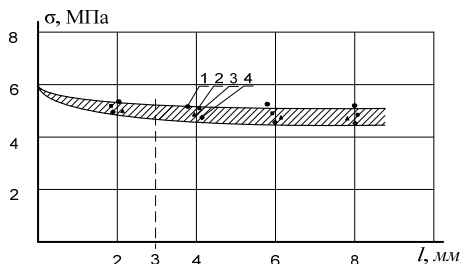


Рис. 5. Изменение напряжений в углах гнезд сепаратора с маслосодержащей канавкой: 1 – прямоугольной; 2 – трапециевидной; 3 – треугольной; 4 – сегментовидной

Деформация сепаратора не зависит от месторасположения канавки и для различных ее профилей остается одинаковой. Увеличение деформации сепаратора с маслосодержащими канавками по сравнению с типовой конструкцией сепаратора не превышает 2 %.

### Выводы:

1. С учетом конструктивных и технологических особенностей изготовления литейной формы, а также напряженно-деформированного состояния полиамидного сепаратора роликоподшипников типа 2726 выбраны геометрические параметры маслосодержащей канавки на поверхностях трения колец сепаратора.
2. Показано, что геометрическая форма маслосодержащей канавки существенно не влияет на напряженно-деформированное состояние сепаратора. Выбрано наиболее благоприятное месторасположение канавки относительно угла гнезда сепаратора.
3. Проведенное численное исследование является основой для экспериментального исследования работоспособности полимерного сепаратора повышенной износостойкости роликоподшипников типа 2726.

**Список литературы:** 1. Шнейдер Ю.Г. Образование регулярных микрорельефов на деталях и их эксплуатационные свойства. – Л.: Машиностроение. – 1972. – 210 с. 2. Гайдамака А.В., Борзилов И.Д., Дунай Л.М. Исследование напряженного состояния конструкции сепаратора крупногабаритных роликовых подшипников // Вестник ХГПУ. – 1997. – Вып. 7 – с. 5-7. 3. Егорова И.Н. Напряженно – деформированное состояние сепаратора из стеклополиамида для буксового вагонного роликоподшипника // Зб. наук праць ХарДАЗТ. – 2000. – Вып. 42 – с. 81-85. 4. Курже Г., Льяна Б., Мартинетти М. Полимеры улучшают буксовые подшипники // Evolution. 1998. - № 4. – с. 27-31. 5. Аверин Н.А., Русанов О.А., Иванов С.Г. Исследования нагруженности полиамидных сепараторов для буксовых подшипников методом конечных элементов // Вестник ВНИИЖТ. – 2007. - № 3. – с. 24-29. 6. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. Учебное пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 889 с. 7. ЛИРА 9.4 Руководство пользователя. Основы. Учебное пособие. Е.Б. Стрелец-Стрелецкий, В.Е. Богоус, и др.. Под ред. акад. РААСН, докт. техн. наук, проф. Городецкого. – К.: Издательство «ФАКТ» 2008. – 164 с. 8. ЛИРА 9.4. Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие. Боговис В.Е., Гензерский Ю.В., и др..

Поступила в редколлегию 4.09.2010